

工业锅炉

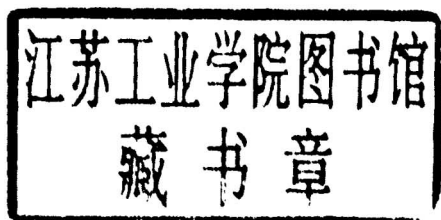
司炉节能实用知识

江苏省计划经济委员会能源处组编

一 九 八 四 年

工业锅炉

司炉节能实用知识



江苏省计划经济委员会能源处组编

1984年

工业锅炉司炉节能实用知识

内 容 简 介

本书着重介绍锅炉及锅炉房的节能知识，尽量用实际例子来说明各种节能措施，便于司炉工运用到实际工作中去。

本书供工矿企业锅炉房司炉工作为节能的培训教材，也可供热能管理人员参考或中等专业学校的教学参考。

前 言

锅炉是工矿企业重要的热能转换联动装置，是耗能的主要设备。能源是发展国民经济的战略重点之一。江苏省是严重缺能的省份，在今后较长一段时间内，仍将处于紧张状态，制约着各行各业经济的发展。缓和能源紧张状况的根本方针，在于开发与节约并重，把节约放在优先地位。以节能为重点的技术改造，更新锅炉设备和完善供热系统固然重要，提高司炉工对锅炉及供热系统的节能知识和操作水平也很重要。司炉工是一个要求知识面很广的技术工种，有计划地轮训司炉工是政府各有关部门的经常性工作。现有的培训教材多种多样，但是还没有现成的一份结合本省特点、以节能为重点的深入浅出的培训教材。因此，为了进一步编写这本教材是十分必要的。本书在编写收集了本省一些行之有效的锅炉节能经验，文字上力求通俗易懂，除供司炉工培训用教材之外，也可以作为一本自学教材。

本书共分十章，着重介绍锅炉的基本知识，燃料的特性和在锅炉内燃烧的各项热损失、锅炉的运行调整，也介绍了供热系统的节能知识，水处理方法和锅炉辅助设备的有关节能的原理。本书在内容编写上除对有关理论知识作必要的阐述外，尽量结合实际事例来说明。本书附录还汇编了有关的文件规定、标准和办法以供参考。

本书的编写工作是在江苏省计经委能源处杨志明同志和省劳动局张宝康同志的主持和参加下进行的，由常州锅炉厂陈正包和吴沛新同志，无锡市燃料公司俞家文同志，无锡锅炉厂董祖康和宓提昌同志参加了编写工作，无锡市经委谢德明同志参加了审稿。由董祖康、陈正包同志负责本书的主编工作。

因时间紧迫，编写适用于初中文化程度读者的书完全没有经

验，书中不足之处在所难免，热诚地希望读者批评指正。

江苏省计划经济委员会能源处

1984年9月

出版说明

《司炉节能读本》即将与大家见面了，这对增强节能工作知识，提高节能队伍的素质，推动节能工作深入开展，贯彻开发能源与节约能源并重的方针将会得到良好的效果。

节能工作要取得成果，就要对设备的构成特点有个基本认识，只有熟悉它，才能利用它，制定、掌握合理的操作规程，才能产生最佳的经济效果。这本书就是以深入浅出，通俗易懂，学了能用，理论联系实际的一本好的读本，希望热爱节能工作的同志予以阅读，将会得到益处，也希望专家、教授予以指正。

《司炉节能读本》也可作为办专业培训班的教材。培训节能专业人员是智力开发的一个重要方面，而教材又是智力开发的关键，有了教材，才能有统一认识，才能顺序的把问题讲清楚，尽管这个教材，还不十分完善，但有了这个好的基础，就可不断补充，不断完善它。

节能工作搞得好，就可促进国民经济的发展，就可缓和能源紧张矛盾，这是利国利民的一件大好事，在司炉节能读本即将出版之际，我衷心向编写这本读本而付出辛勤劳动的同志致以谢意！钦佩你们为节能工作出力，为国民经济发展尽了应尽的义务。

江苏省计划经济委员会副主任

王槐东

工业锅炉司炉节能实用知识

目 录

前 言

第一章 概论

- 第一节 锅炉的重要性及其分类..... 1
- 第二节 江苏省锅炉概况..... 3
- 第三节 司炉工的技术水平与节能的关系..... 5
- 第四节 重视工厂供热系统的科学管理..... 8

第二章 基本知识

- 第一节 常用物理量和锅炉参数..... 12
- 第二节 水和水蒸汽..... 18
- 第三节 传热基本知识..... 22
- 第四节 锅炉水循环..... 26

第三章 燃料与燃烧

- 第一节 煤样分析..... 29
- 第二节 工业分析..... 33
- 第三节 煤的分类..... 39
- 第四节 燃烧的基本原理..... 40

第四章 热效率和热损失

- 第一节 锅炉热效率..... 46
- 第二节 锅炉的各项热损失..... 50
- 第三节 降低各项热损失的主要措施..... 58

第五章 燃烧调整

- 第一节 手烧炉..... 62
- 第二节 抽板顶升炉..... 64
- 第三节 链条炉..... 67

第四节	往复式排炉	77
第五节	抛煤机链条炉	81
第六章	供热系统的管理和节能	
第一节	加强定额管理, 合理安排生产	90
第二节	保温与堵漏	93
第三节	改革工艺和凝结水的回用	100
第四节	集中供热和热电结合	103
第七章	水处理与排污	
第一节	水处理的重要意义	105
第二节	水质标准和水质分析方法	107
第三节	水的软化处理	111
第四节	水的脱碱	117
第五节	除氧	122
第六节	排污	123
第八章	风机与水泵	
第一节	风机	127
第二节	水泵	135
第九章	锅炉房的管理	
第一节	健全各项规章制度	141
第二节	用煤管理	142
第三节	计量与控制	144
第四节	维修和保养	146
第五节	评比与竞赛	148
	国家经济委员会, 国家计划委员会, 文件。	
附录		
I	工业锅炉的规格和型号	156
II	低压锅炉水质标准 (GB1576—79)	160
III	各类锅炉的烟尘排放标准	163
IV	各类锅炉及辅机的一二级保养项目表	164

V	水垢的结生与清除·····	175
VI	全国工业锅炉先进锅炉房试行标准（草案）·····	180
VII	全国工业锅炉先进司炉工试行标准（草案）·····	181
VIII	无锡市先进锅炉房竞赛办法·····	182
IX	无锡市先进司炉工比赛办法·····	184

有关工业锅炉节能文献汇编

1.	加强管理，提高经济效益 ——学习太仓化肥厂的经验·····	王槐香187
2.	无锡市能源管理和节能情况调查·····	刘 富190
3.	锅炉排烟废热的利用及锅炉节能改造中应注意的问题 ·····	张宝康197
4.	谈谈企业对工业锅炉的使用管理·····	杨志明206
5.	节能与工业锅炉的发展·····	董祖康211
6.	江苏锅炉行业发展面临的任务·····	陈正包222

第一章 概 论

第一节 锅炉的重要性及其分类

随着工农业生产的发展和人民生活水平的提高，锅炉不仅在城市中使用，而且已经在农村乡镇和社队企业中得到发展，使用面越来越广，在社会主义四化建设中的作用也显得更为重要。

国务院的文件曾多次称锅炉为特种设备，这是有道理的：

(1) 锅炉是有爆炸危险的承压设备，一旦管理不善、发生爆炸，不仅会直接破坏生产设施，危及人民生命安全，甚至给国家造成难以预计的重大经济损失。例如，曾经有一个企业，每天的产值为150万元，其中利润80万元，因锅炉损坏而停产35天，单是停产引起的利润损失就高达2800万元，可购买配套的4T/n快装锅炉400台！

(2) 锅炉是一种热能转换设备。燃料（煤炭、重油、煤气等）投入燃烧室内经过剧烈的氧化反应（即燃烧），所产生的热量被受热面吸收，从而产生蒸汽或热水，通过管道输送到生产工艺或生活需要的设备中去。锅炉是耗能大户，据统计，全国在锅炉上耗用的煤炭约占全部煤炭总产量的三分之一，工业锅炉每年的用煤量有1.62亿吨标煤。我国能源的生产量是逐年增加的，仅1983年一年，比上一年约增加煤炭3000万吨，但由于工农业生产的迅速发展，人民生活水平的不断提高，能源产量的增加在很长一段时间内仍跟不上国民经济发展的需要，供需差距还很大，因此节约能源将直接意味着工矿企业产值和经济效益的增长。

江苏省每年在锅炉上耗用的煤炭约1000多万吨，占全部用煤量的40%左右。本省产煤有限，自给率只有近50%，能源矛盾更

为突出，虽然经过多方面的努力，与有关兄弟省区协作，每年在云南、贵州、广西、山西、内蒙等地，从国家计划外协作进煤炭800多万吨，仍然满足不了工农业生产和生活的需要，严重地影响了我省经济振兴和四化建设的发展速度。解决能源问题的方针，一是开发，二是节约，在近期内要把节约能源放在优先地位。

因此，无论从确保国家设备、物资和人民生命财产的安全，以及从当前的节能形势看，锅炉是十分重要的动力设备。遗憾的是，至今仍有不少工厂企业或事业单位领导把锅炉房看成是一个无足轻重的辅助车间，不重视锅炉房的管理，不重视锅炉的实际使用情况，不重视司炉工的工作。这一情况必须迅速加以纠正，有的地方专门为主管厂长和有关科室领导举办节能学习班，这是一个很好的办法。有必要加强这方面的宣传教育工作，引起社会上的普遍重视。

另外，锅炉还有一个特点，与一般机电产品有所不同。锅炉的设计性能不象其他机电设备那样容易达到，而是随着管理的好坏，煤种的变化和操作水平的高低，而会得出不同的经济效果。因此，锅炉从设计开始，直到制造，安装、使用、修理，改造等各个环节，都要实行国家监察，其目的是保证安全经济运行，这是一般设备所没有的。

锅炉有很多种类，也就有很多分类方法。以传热方式分，有火管、水管和水火管三大类；按其用途分有生活用、工业生产用、发电用以及船用、废热利用等许多种；从设计压力看又有低压（ ≤ 16 公斤/厘米²）、中压（ $25 \sim 39$ 公斤/厘米²）和高压（ > 60 公斤/厘米²）之分。当然在电站锅炉中还有超高压，亚临界压力和超临界压力锅炉；另外，按锅内的工质分，还有蒸汽锅炉，热水锅炉等。分类方法不很重要，对于工业锅炉司炉工，有点常识就可以了。为便于了解工业锅炉规格，型号编制办法，可参看附录 I。

第二节 江苏省锅炉概况

江苏省在用的锅炉状况，随着工农业生产的发展逐年有所变化。据统计，从一九七九年至一九八三年的五年期间每年平均有500台左右的锅炉进行更新改造，锅炉台数也逐年有所增加，单台锅炉的容量也有所增大，城市以增大容量为主，县以下由于乡镇工业的发展，主要在向数量发展。

另外，从统计资料看，容量小于1吨/时的锅炉，比例在下降，4吨/时以上的锅炉比例在增加，尤其是20吨/时以上的锅炉增加很快，绝对数由一九七八年的39台到一九八二年底已增加到147台，容量更大的已有120T/h锅炉，不同容量锅炉比例见表1—1。

表 1—1

锅炉容量(吨/时)	1978年占总台数	1982年占总台数
<1	36.2%	32.06%
1	23.7%	23.40%
2	25.4%	24.05%
4	9.1%	13.16%
6	2.65%	1.99%
>10	2.92%	3.84%
其它(注)		1.5%

注：“其它”是指兰开复、康尼许考克兰等应淘汰的炉型。

当前使用的锅炉中70%以上是一九七〇年以后增加的新锅炉，另外又经过多年的改造、更新，现在老锅炉已极少，从现有锅炉炉型的组成看，近十年开始制造的新型锅炉占总台数的80.23%，其中：KZG和KZL型占67.45%，LSG型占10.41%，SHL型占2.37%，另外还有20吨/时以上的锅炉，多数是近几年

增加的，就总的看来，江苏省在用的锅炉其炉龄一般不长，据盐城市现有500多台锅炉的统计，平均炉龄仅5年，另据淮阴市对509台锅炉按制造年份进行统计，如表1—2所示。

表1—2

锅炉制造年代	台数	占总数%
二十年代	1	
五十年代	17	3.34
六十年代	59	11.59
七十年代	342	67.9
八十年代	90	17.68

从上述情况可看出：

(1) 现有锅炉设备，相对来讲，是比较新的，机械化程度有了提高，这就要求司炉工在操作技术上也有相应的提高。

(2) 值得注意的是有许多锅炉是在十年动乱期间制造的，当时许多合理的规章制度受到破坏，不可避免影响产品质量，在运行中应严加监视，定期检查。

江苏省由于能源紧缺，对节能工作是十分重视的，在各级政府部门的领导下，在设备更新和改造等各方面做了大量的工作，取得了很大的成绩，产品的单位能耗已有较大的下降，但潜力仍然是很大的。

不妨看一下目前江苏省在用锅炉的热效率状况。根据南京、无锡、常州、徐州、苏州、沙洲、盐城、金坛、武进、宜兴、句容、镇江等十二个市县共35种炉型，0.2~10吨/时的618台锅炉的热工测试资料统计，平均热效率为65.8%，如果按容量大小分得细一些来看，则燃煤锅炉的热效率如表1—3所示。

表1—3

锅炉容量 (吨/时)	热效率 %	
	最 高	最 低
≤1	57.5~68	45.6~52
2~4	65.5~72.2	51.2~61.2
6.5~10	69.1~74.7	52.1~66.5

今年六月，国家经委召开的全国节能座谈会上提出，希望锅炉热效率能达到以下数字：

< 1 吨/时	60%
1—4 吨/时	72%
6.5—10吨/时	75%

对照现实情况，还有大量工作要做，但考虑到江苏省现有锅炉有85%左右是七十年代的产品，不应当再大量更新。当务之急是提高锅炉房和供热系统的管理，提高司炉工操作技术水平，并在锅炉的小改小革上下功夫，使我省的节能工作迅速提高到一个新的水平。通过我省全体能源管理工作者和广大司炉工的共同努力，在现有的基础上，在近期内每年再节约100万吨煤炭还是完全有可能的。

第三节 司炉工的技术水平与节能的关系

锅炉设备本身的性能是决定能否节能的基础，但这仅仅是基础，而能否进一步节能，与司炉工的技术知识，操作水平有极大的关系。考核一台锅炉的运行情况好坏或一个司炉工技术水平的高低，要看在运行条件多变——负荷变动，煤种更换等的情况下，能否保持压力、水位波动小，过量空气系数 α 值适当，灰渣含炭量维持较低，一句话即在安全运行的前提下，达到最佳的节能效果。实践证明，同一台锅炉，不同的司炉去操作，效果大有出入。

无锡市燃料公司等单位，在全市各个工业系统中评选出105名司炉工，在6种炉型上进行操作比赛，在同一台锅炉上，每个参加比赛的司炉工操作3个小时，并且用同一套计量仪表，同一煤种，同样的测试计算方法。以一台10T/h的锅炉为例比赛结果摘录如表1—4所示。

表 1—4 10吨/时链条炉的比赛结果

司炉代号	耗煤量(吨)	产 汽 量 (吨/三小时)	煤 水 比	热效率%	含碳量%
1	4.18	18.10	4.33	69.08	17.89
2	4.673	20.25	4.333	69.10	19.36
3	5.474	20.35	3.717	59.27	18.24
4	3.890	12.474	4.312	68.72	15.23
5	4.717	21.80	4.621	73.79	12.39
6	4.361	20.525	4.706	75.40	11.46
7	5.207	23.864	4.583	73.17	19.36
8	4.717	20.777	4.405	70.33	11.95
9	4.811	22.075	4.588	73.22	18.43
10	4.628	21.407	4.626	73.76	12.09
11	4.673	20.725	4.44	70.83	15.0
12	4.539	20.412	4.497	71.76	16.0

从上表看出，12个司炉工操作的测试结果，热效率高者悬殊，水平高的司炉1吨煤能产生蒸汽4706公斤，水平低的同样1吨煤只产生蒸汽3717公斤。一台10吨/时的锅炉每一年用煤量约10000吨左右，不同技术水平的司炉操作，一年的用煤量可相差2000吨左右。六种炉型的比赛结果表明，手工加煤的锅炉热效率差距较小、机械化程度较高的锅炉上比赛结果差距较大，这说明司炉的技术水平必须随着锅炉机械化程度的提高而相应提高，否则不能发挥锅炉本身的技术性能。

看来，要提高司炉工的操作技术水平，充分发挥司炉工在节能工作中的积极性和巨大的作用，必须解决好以下几方面的问题。

(1) 通过各种方式和多种渠道广泛宣传教育，使各级领导，尤其是企事业单位的领导，再不要把本单位热能利用情况，把锅炉房和司炉工的工作看成无足轻重。举办厂领导节能或能源管理

学习班，司炉节能学习班，节能成果展览会，司炉操作竞赛，评比先进锅炉房等都是很好的方法。这次由江苏省计经委支持出版这本司炉节能实用知识读本并组织全省性的司炉节能学习班也是为了这个目的。参加学习班的司炉工要通过学习，结合自己经验，总结提高，回去后还要主动作好节能和司炉工作重要性的宣传，要引起各方面对这一问题的重视。

(2) 司炉工本身要提高思想觉悟，要有为四化建设多节约煤炭的高度责任感，应该充分意识到江苏省每年在工业锅炉上耗用的1000多万吨原煤，就是通过4万多名司炉工之手用掉的。司炉工是贯彻党中央、国务院节能方针的直接执行者，对锅炉节约能源，安全运行、发展工农业生产，提高社会效益负有光荣的历史使命，决不能看轻自己的工作。作为司炉人员，努力提高自己的技术知识和操作水平是锅炉节能的需要，也是每一个司炉工自己的职责，应该尽快提高自己的素质，为节约能源作出贡献。个别青年司炉工没有认识到这一点，当别人询问时，甚至不敢理直气壮的报出自己的工种，似乎司炉工并不光荣，矮人一等，也就更没有心思去钻研技术了。这是社会上少数人的偏见和企事业单位领导对司炉工不重视所造成的后果。

(3) 要努力提高司炉工的技术素质，司炉是重要的技术工种，随着锅炉设备机械化、自动化程度的提高，技术知识必须相应提高。实践经验证明，要运行好锅炉，使锅炉达到安全经济运行，司炉必须懂得很多机械、电工、热工、化学等知识，例如：锅炉结构、原理和经济运行方面的知识；安全附件的结构性能和使用方面的知识；风机、水泵、水处理设备的结构性能和使用方面的知识；机械传动设备的结构性能和使用方面的知识；水质软化处理的知识；各种燃料的性能，燃烧的原理，以及所有仪表的结构性能和使用方面的知识等。一个司炉不懂和不会灵活运用上述一些知识，很难使用好锅炉，即使锅炉都换成比较理想的新型高效锅炉，最终也不会达到预期的目的。

作为各级领导，要关心司炉工的成长，给以各种学习交流的机会和条件。作为司炉工本人，要掌握那么多知识，除了参加学习班，主要还是靠自己，一要有勤奋自学，刻苦钻研的精神，二要在实践中总结经验，细心捉摸，不断前进。在当前形势下，要称得上是一位合格的司炉工，不仅要懂得基本的安全运行知识，通过考试取得合格证书，还必须有节能的知识，能够在自己操作的那台锅炉上，日积月累地不断节约煤炭，作出更大的贡献。

第四节 重视工厂供热系统的科学管理

有一个基本概念。锅炉产生出来的蒸汽送到各车间生产的工艺设备上或生活设施中去使用，从锅炉房开始，可统称为供热系统。人们常常只关心锅炉本身的经济运行，而忽略了整个供热系统上大量的热损失。一台锅炉也许化很大人力、物力、财力才能提高热效率1—3%，如能提高5%，那是很不容易的大事了。但是，从全国看，目前供热系统的平均热能利用率仅为20~25%，甚至有<10%的，也就是说，锅炉所产生的热能，六部分是白白浪费掉了。假如一台燃煤的工业锅炉热效率能达到70~80%，当然很不错了，而供热系统上热能利用率只有25%，即燃烧产生的3/4的热量是损失掉的。

所以真正的优秀司炉工不仅要重视锅炉本身的节能，还应关心本单位整个供热系统的实际使用状况，向企业领导提出合理化建议，不断有所改进，只有这样，才有可能较大幅度地降低煤炭消耗量。

在供热系统的节能工作上，目前比较明显的有七个方面的措施。

(1) 开展企业热平衡测试，为科学管理提供依据。

所谓企业热平衡，人们也称为“热诊断”，就象医生看病，先摸清病情。做这项工作，就要组织一支队伍，通过热工测试仔